

УДК 681.2.002.56

DOI: 10.30987/conferencearticle_5c19e604b543a9.38509808

И.А. Мельников

(г. Ижевск, АО «Ижевский электромеханический завод «Купол»)

И.В. Штенников

(г. Ижевск, Ижевский государственный технический университет
им. М.Т. Калашникова)

МИКРОПРОЦЕССОРНОЕ УСТРОЙСТВО БЕСКОНТАКТНОГО КОНТРОЛЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ТЕЛ

На основе платы Arduino nano с микроконтроллером Atmega328p и ИК датчика температуры MLX90614 разработано устройство бесконтактного контроля температуры тел.

Based on the Arduino nano board with the Atmega328p microcontroller and the IR temperature sensor MLX90614, a device for contactless temperature control of bodies has been developed.

Ключевые слова: температура, бесконтактный контроль, ИК датчик температуры, плата Arduino nano, микроконтроллер

Keywords: temperature, non-contact control, IR temperature sensor, Arduino nano board, microcontroller.

При вакуумном хромировании внутренней поверхности полых деталей для контроля и управления процессом нанесения покрытий методом термического испарения известно применение устройств бесконтактного контроля температуры резистивного испарителя [1-3].

В работе [4] рассмотрена принципиальная возможность реализации бесконтактного контроля температуры резистивного испарителя на основе микропроцессорного устройства и применения в его составе ИК-датчика температуры, располагающегося непосредственно в вакуумной камере, входящего в состав технологической оснастки для нанесения покрытия.

В связи с этим проведены разработка, изготовление и экспериментальное опробование микропроцессорного устройства бесконтактного контроля температуры тел, которое обеспечивает обработку сигнала с бесконтактного датчика температуры, вывод информации о температуре объекта на дисплей и выдачи сигнала на устройство управления температурным режимом контролируемого тела.

В состав устройства входят ИК датчик MLX90614, плата Arduino nano с микроконтроллером Atmega328p и 16-ти символьный 2-х строчный дисплей.

ИК датчик MLX90614 отличается малыми размерами, небольшой стоимостью и возможностью контролировать температуру тел в пределах от -70°C до $+380^{\circ}\text{C}$. На выходе датчика формируется цифровой код, который передается на микроконтроллер по I2C интерфейсу. Для исключения влияния солнечного света на результаты измерения температуры тел датчик имеет

оптический фильтр, который отсекает видимую и ближнюю инфракрасную область спектра лучистого потока [5].

Плата Arduino nano обеспечивает программирование микроконтроллера Atmega328p подключением ее к персональному компьютеру через USB-B кабель, исключая применение для этого дополнительного программатора. Для программного обеспечения Arduino IDE существует большое число общедоступных библиотек - сборников подпрограмм, объектов [6, 7], применение которых позволяет составить, проверить, скомпилировать и загрузить программу в микроконтроллер платы Arduino nano.

Структурная схема разработанного устройства представлена на рис. 1, в которой излучение объекта поступает на ИК датчик температуры MLX90614, преобразуется в цифровой код и обрабатывается микроконтроллером Atmega328p в соответствии с разработанной программой. Затем информация о температуре выводится на внешнее устройство – дисплей. В программе задается допустимый диапазон изменения температуры тела. При отклонении значения температуры за пределы заданного диапазона загорается сигнальный светодиод, который имитирует выдачу сигнала на управляемый источник питания [7].

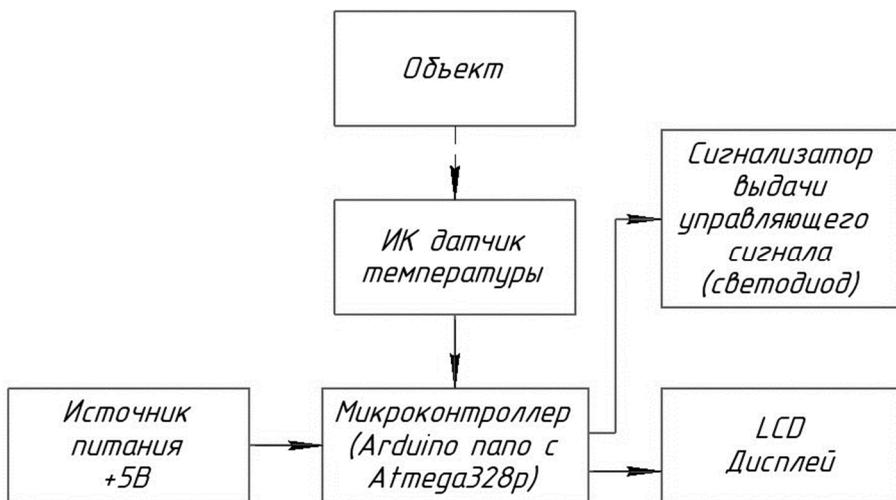


Рис.1. Структурная схема устройства бесконтактного контроля температуры тел

На рис. 2 приведена электрическая принципиальная схема устройства. Данные от ИК датчика MLX90614 передаются на микроконтроллер Atmega328p по I2C интерфейсу. ИК датчик подключается к плате Arduino nano: вывод GND датчика к одноименному выводу GND платы, вывод SDA (шина данных) датчика к выводу A4 (соответствующая функция SDA) платы,

вывод SCL (шина тактов) датчика к выводу A5 (соответствующая функция SCL) платы, вывод VDD датчика к выводу 3V3 (питание 3,3 В) платы [8].

Дисплей подключается по 4-битному способу передачи данных (D4, D5, D6, D7 дисплея к D5, D4, D3, D2 платы соответственно). Резистор R1 обеспечивает оптимальную контрастность выводимых символов [9].

Сигнальный светодиод HL подключается анодом к выводу D12 платы, настроенному на выход, а катодом – к выводу GND платы.

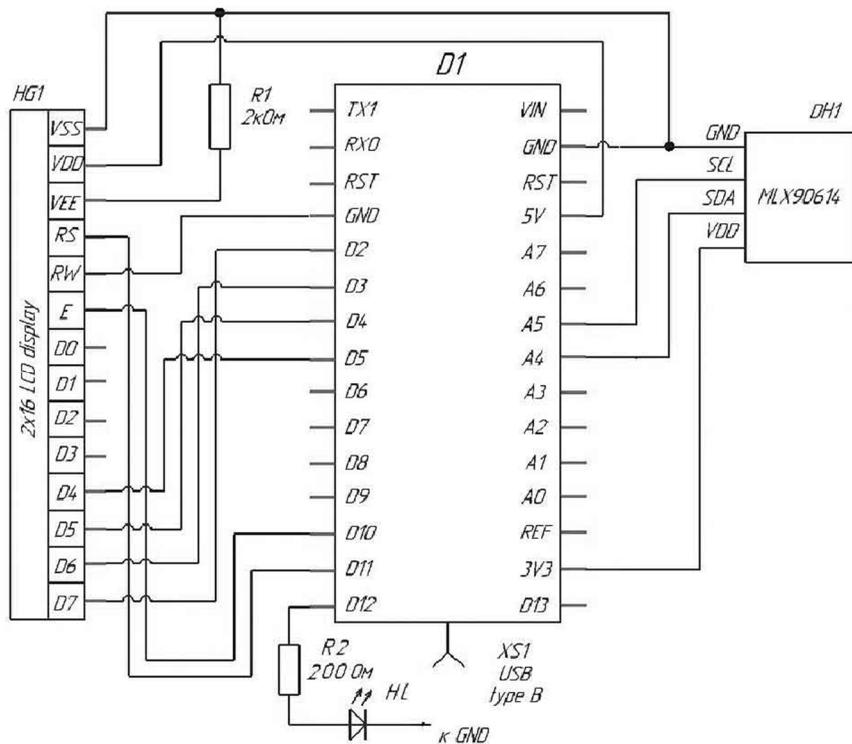


Рис. 2. Электрическая принципиальная схема устройства бесконтактного контроля температуры тел

Согласно с разработанной схемой (рис.2), изготовлено устройство бесконтактного контроля температуры тел и проведено его экспериментальное опробование при определении температуры воды в зависимости от расстояния ИК датчика MLX90614 от ее поверхности. Схема проведения экспериментальных исследований приведена на рис. 3.

Вода в емкости объемом 250 мл нагревалась до температуры 50-60°C, которая контролировалась жидкостным термометром ТУ 25-2022.0006-90 [9]. ИК датчик температуры MLX90614 разработанного устройства располагался и фиксировался на различных расстояниях от поверхности воды с шагом

0,5 см. Показания разработанного микропроцессорного устройства и термометра одновременно фиксировались и сводились в таблицу.

В результате экспериментальных исследований установлено, что наибольшая точность измерения температуры воды достигается при расположении ИК датчика MLX90614 на расстоянии не более 0,5 см от поверхности воды. Погрешность измерения не превышает 1%. С увеличением расстояния до 8 см погрешность измерения температуры возрастает и достигает величины около 28%, что связано с наличием в датчике встроенной короткофокусной оптической системы, которая не предусматривает контроля температуры тел на удаленном расстоянии.

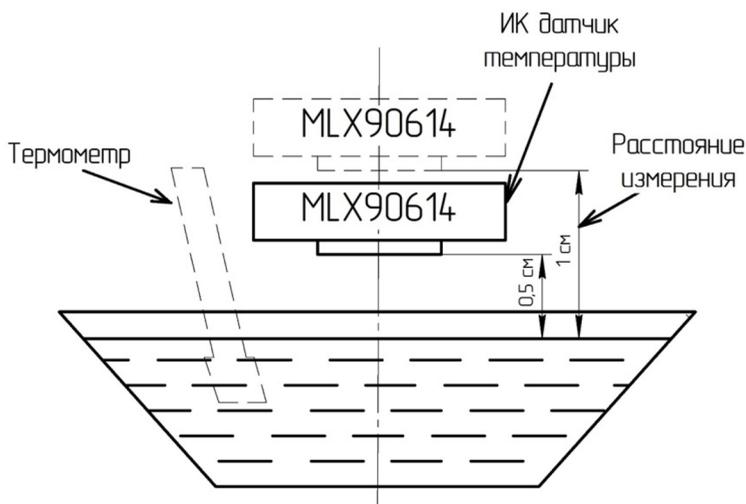


Рис. 3. Схема проведения эксперимента по определению температуры жидкости

Результаты экспериментального опробования микропроцессорного устройства бесконтактного контроля температуры тел

Таблица

Расстояние от поверхности жидкости, см	Показания MLX90614, °C	Показания термометра, °C	Абсолютная погрешность $\Delta t = t_{\text{терм}} - t_{\text{млк}}$, °C	Относительная погрешность $\Delta t / t_{\text{терм}}$, %
0,5	57,53	58	0,47	0,81
1	55,43	57	1,57	2,75
1,5	53,9	56	2,1	3,75
2	51,79	55	3,21	5,83
2,5	50,20	54	3,8	7,04
3	48,47	54	5,53	10,24
3,5	46,81	53	6,19	11,68
4	44,69	52	7,31	14,06
6	40,50	52	11,5	22,11
8	37,08	51	13,92	27,29

Таким образом, экспериментальное опробование разработанного устройства показало его работоспособность для бесконтактного контроля температуры тел и возможность его применения в устройствах контроля и автоматического поддержания температурного режима работы резистивного испарителя в вакуумных установках.

Список литературы

1. Устройство для бесконтактного контроля температуры испарителя в вакуумных установках: авторское свидетельство № 1241839 СССР: кл. G 01 J 5/08, 30.10.1984./О.И. Шаврин, В.И. Сидоренко, И.В. Штенников.
2. Устройство для бесконтактного контроля температуры испарителя в вакуумных установках: авторское свидетельство № 1380374 СССР: кл. G 01 J 5/08, 10.06.1986./В.И. Сидоренко, О.И. Шаврин, И.В. Штенников, В.А. Вислогузов.
3. *Штенников, И.В.* Устройство бесконтактного контроля температуры резистивного испарителя / И.В. Штенников, Т.С. Попов// Сб. материалов X Всерос. науч.-техн. конф. С междунар. Участием (Ижевск, 12-14 нояб. 2014 г.). – Ижевск, 2015. – С. 336–339.
4. *Штенников, И.В.* Разработка устройства бесконтактного контроля температуры резистивного испарителя в вакуумных установках/ И.В. Штенников, И.А. Мельников // «Приборостроение в XXI веке - 2017. Интеграция науки, образования и производства» [Электронный ресурс]: сб. материалов XIII Междунар. науч.-техн. конф. (Ижевск, 22-24 нояб. 2017 г.). – Ижевск, 2018.–С 497-503.
5. Melexis inspired engineering // Products // Digital plug & play infrared thermometer in a TO-can [Электронный ресурс] // США [Сайт] – URL: <https://www.melexis.com/en/product/MLX90614/Digital-Plug-Play-Infrared-Thermometer-TO-Can> (дата обращения 30.01.2018г.).
6. Все об Arduino // Arduino master [Электронный ресурс] // Россия [Сайт] – URL: <https://arduinomaster.ru/biblioteki-arduino/skachat-biblioteki-arduino/> (дата обращения 30.06.2018г.)
7. *У. Грейман.* Библиотека I2C интерфейса для Arduino (пакет файлов)// William Greiman Arduino I2Cmaster Library 2010 [Электронный ресурс]// США [Сайт] – URL: <https://github.com/landis/arduino/blob/master/libraries/I2cMaster/I2cMaster.h> (дата обращения 30.01.2018г.).
8. Электроника52 // Клуб Arduino [Электронный ресурс] // Россия [Сайт] – URL: <http://www.electроника52.in.ua/proekty-arduino/podkluchaem-k-arduino-mlx90614-irtermometer/> (дата обращения 23.02.2018г.).
9. Arduino-diy.com // Жидкокристаллический дисплей (LCD) 1602 и Arduino [Электронный ресурс] // Россия [Сайт] – URL: <http://arduino-diy.com/arduino-zhidkokristallicheskiy-displey-LCD-1602> (дата обращения 30.03.2018г.)
10. Термометры технические жидкостные ТУ 25-2022.0006.90 [Электронный ресурс] // Россия [Сайт] – URL: http://www.danomsk.ru/upload/iblock/604/127467_ff23756864551f1aa92d78aad3c6628.pdf (дата обращения 21.03.2018г.)

Материал поступил в редколлегию 25.09.18.